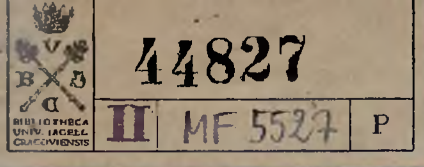
44827
MF 5527 II



MEMORIA

SOBRE

LAS AGUAS DE SANTIAGO

I

DE SUS INMEDIACIONES.

Por Don Ignacio Domeyko.

SANTIAGO:
IMPRENTA DEL ESTADO
1847.

Do Biblioteki Akademii Krakowskiej autor I. Domeyko

44824 II

M 5527

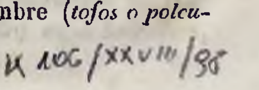
MEMORIA SOBRE LAS AGUAS DE SANTIAGO I DE SUS INMEDIACIONES.

Resultado de las investigaciones hechas en los meses de Enero i Febrero de 1847 en la capital de Chile, acerca de la naturaleza de las aguas que surten la ciudad i sus inmediaciones.

§§ *Orijen de las aguas que surten la capital i sus inmediaciones.*

En diferentes terrenos i mui distintas localidades toman su orijen las aguas que proveen a Santiago i sus alrededores. Este diverso oríjen en el nacimiento de ellas es lo que probablemente mas influye en su naturaleza i sus buenas i malas calidades: de manera, que consideradas bajo este punto de vista las mencionadas aguas, en tres distintas clases podrian dividirse.

1.° A la primera clase referiremos las que vienen desde la cumbre de los Andes, de la rejion mas elevada de las Cordilleras i del interior de los valles i quebradas que las atraviesan. En aquellos parajes es donde se hallan las mas numerosas fuentes de *aguas minerales*, depósitos de yeso, i de piedra de alumbre (*tofos o polcu-*



Biblioteka Jagiellońska

Medyc. 823 Dig 0327

ras), conos volcánicos e infinitas masas de rocas porfiricas, calcáreas i arcillosas que se desmoronan, se deslien i se descomponen continuamente, destilando de su seno arroyos turbios i rápidos en sus corrientes.

Estas aguas llegan a la Capital, unas por el rio Mapocho que pasa por la misma ciudad, otras por el rio Maipo que corre a unas siete leguas de ella, i del cual se separa el canal de San Miguel, destinado a traer aguas a Santiago i a regar los estensos campos de sus inmediaciones. De este canal parten algunas acequias que van directamente a la ciudad, miéntras él mismo, con lo restante de su caudal de agua, desemboca como a unas dos leguas del centro de Santiago, en el rio Mapocho: de modo, que todas las acequias, las que desde este punto de la union del citado canal con el rio Mapocho se apartan de este último, traen agua mezclada de los dos rios, ménos turbia i amarilla que la del Maipo.

2.° A la segunda clase pertenecen las aguas de los esteros i manantiales que toman su orijen en los cerros mas inmediatos a la Capital, situados ácia el este de ella. Asi, miéntras aquellas vienen de unas treinta a cuarenta leguas de la capital i de unas alturas que alcanzan a cinco o seis mil varas sobre el nivel del mar, estas nacen en algunos lugares que no se elevan a mas de dos mil varas sobre el nivel del mar, a distancia de unas seis a siete leguas de la ciudad i en parajes donde, segun entiendo,

no se han hallado hasta ahora ni capas de yeso ni masas considerables de *polcura*. Es de advertir que en este primer cordon de los Andes es donde por la primera vez aparece el terreno *estratificado*, sostenido por unas masas graníticas: siendo notorio que en jeneral, en todas partes del mundo, los manantiales que brotan en medio del granito son los que traen agua mas clara i mas cristalina.

A esta clase de manantiales pertenecen los de Ramon, de Peñalolen, de Macúl i probablemente varias otras venas de agua que bajan de la misma falda de los citados cerros, i que todas se distinguen por su estremada transparencia i su viso cristalino. De estas aguas solo un pequeño arroyo, conocido bajo el nombre del agua de Ramon, se aprovecha para los usos de la capital, miéntras las demas se desparraman en riegos por los feraces campos de las haciendas. Este arroyo de Ramon parte de una pequeña casita situada como a tres leguas del centro de la ciudad en la chacra del Sr. Larrain, en cuya casita existe un hondo resumidero hecho a propósito, para recibir piedras i arena que el manantial trae de arriba, arrastradas por su rápida corriente. Desde aquel punto se dirije el mencionado arroyo ácia el oeste, pasa sobre un pequeño puente por encima del canal de San Miguel, i encamina por un antiguo canal mal hecho i mal guardado, ácia la extremidad del Tajamar, atravesando terrenos regados por las aguas del Maipo i del Mapocho. Llegando a la o-

rilla de este último, tuerce a la izquierda, i en cubierto en un conducto hecho de ladrillo i cal *ordinaria*, corre al pié del Tajamar al lado de una acequia de aguas del Maipo i del Mapocho, de la cual lo resguarda una débil pared del conducto que a cada instante se abre i se descompone. El hecho es, que llegada esta agua a la gran pila de la plaza, ya se muestra mezclada con todas las aguas de las inmediaciones, turbia i adulterada.

3.° En fin, en la tercera clase colocaremos las aguas de los pozos de la ciudad, aguas que se filtran por entre capas de arena, guijarro i tierras arcillosas, que constituyen todo el *llano intermedio* desde el pié de la cuesta de Chacabuco hasta la angostura de Paine. Estas aguas son en jeneral tan cristalinas como las de la segunda clase i aparecen a diversas honduras de 15 a 40 varas debajo de la superficie de la tierra. A varios vecinos de la Capital he oido referir que el caudal de estas aguas aumenta por lo comun todos los años en tiempo de verano i disminuye en invierno; i que tambien al abrir un pozo, unas venas de agua se encuentran cerca de la superficie de la tierra i otras a diferentes honduras.

§§ *Algunas palabras sobre las materias estrañas que se hallan en las aguas en jeneral, i en particular en las de Santiago.*

La buena o mala calidad del agua pende de la naturaleza i de la cantidad de sustancias es-

trañas que contiene. Estas sustancias, unas se hallan en estado de *suspension* en ella, i son las que la enturbian i le dan un cierto color amarillento; otras, en estado de *disolucion* completa, sin comunicar al agua el menor color, pero sí un sabor mas o ménos desagradable. De las primeras se puede con facilidad librar el agua, ya dejandola por algun tiempo en reposo para que se asiente lo turbio, ya pasandola de una vez por una destiladera; miéntras las segundas pasan imperceptibles al traves del filtro i quedan siempre disueltas como el azucar en agua, no pudiendo separarse sino mediante una evaporacion completa.—Se entiende que hablo aquí de las aguas corrientes de los rios i manantiales, i no de las aguas estancadas, corrompidas, las que en su seno contienen alguna materia orgánica, vejetal o animal en estado de putrefaccion, i la que en tal caso se conoce por su mal olor, su sabor insoportable i su color verdoso.

La materia que en los rios i esteros enturbia el agua es, por lo comun, una arcilla fina fácil de desleirse, pero insoluble en el agua, i por esto podria talvez considerarse como una materia inerte, cuya accion sobre la economia animal pudiera ser débil o casi nula.

Las materias disueltas son por lo contrario las sales que muchas veces se usan en la medicina, i las que, cuando se hallan en cantidad considerable en el agua, le dan el nombre de *agua mineral*.

Las sales que por lo comun se hallan en ma-

yor cantidad disueltas en las aguas son:

la sal comun o sal marina,
el yeso o sulfato de cal,
la cal o carbonato de cal,
el carbon i el sulfato do magnesia,
el hidrato de sílice i algunas sales de hierro.

Las sales que, al contrario, solo en algunas aguas suelen encontrarse i en cantidad tan pequeña que apénas forman objeto de investigaciones puramente científicas, son:

el fosfato de cal,
el cloruro de potasio,
algun indicio de iodo i de bromo, etc.

A mas de estas sustancias hai casi siempre en todas las aguas un poco de cierta materia *orgánica*, cuya naturaleza i accion sobre la economía animal están todavia desconocidas i cuya existencia se reconoce por el color amarillo que suele tener el residuo de la evaporacion de dichas aguas i el que se ennegrece por una calcinacion sin contacto del aire. Algunos químicos opinan que esta materia orgánica es un *ácido* que combinado con el óxido de hierro, queda disuelto en las aguas aun mas transparentes i cristalinas.

En cuanto a los *gases*, estos por lo comun solo se buscan en las *aguas minerales* propiamente dichas, miéntras las aguas corrientes, las de los rios i esteros, no contienen otras sustancias gaseosas que un poco de aire atmosférico i de ácido carbónico libre.

§§ *Método que se ha empleado en las analisis de las aguas de Santiago.*

Creo de mi deber el indicar brevemente el método de que me he valido para analizar las aguas de Santiago:—este método es el siguiente.

Dos cuartillos de agua evaporados en una gran taza de porcelana, se recoje el residuo en una pequeña tacita de platina de peso conocido, i despues de haberlo calentado hasta el grado de calor rojo naciente, se determina el peso de dicho residuo, el que desde luego da, de un modo aproximativo, la totalidad de sustancias estrañas en el agua.

Vertiendo sobre este residuo alcool i lavando tambien con alcool la parte insoluble, se logra mui bien separar el cloruro de sodio (sal comun)el que se disuelve, del sulfato de cal, de los carbonatos terreos, de la silice, etc. que quedan sin disolverse en el filtro.

Ahora, siendo de estas últimas sustancias el sulfato de cal (el yeso) el único que es soluble en cierta cantidad de agua, se le separa de sus compañeros diluyendo el polvo en agua destilada, filtrando el todo i continuando a lavar el filtre, hasta que las aguas del lavado cesen de anunciar la presencia de acido sulfúrico, ensayadas mediante el nitrato de barita.

Se vuelve en seguida a verter sobre la parte insoluble ácido clorohídrico, i separada de este modo la silice, se precipitan del licor filtrado consecutivamente, el hierro i la alumina mediante el amoniaco, la cal mediante el oxalato de amoniaco i

la magnesia mediante el fosfato de sosa amoniacal.

Se examinan a parte los cloruros extraidos de la primera operacion, determinando en ellos la cantidad de cloro por el nitrato de plata e investigando la presencia de potasa i de magnesia por los métodos conocidos.

Se somete igualmente a un exámen prolijo el sulfato de cal obtenido en la segunda operacion, i a mas de esto, se separa el hierro de la alumina mediante la potasa.

Este ha sido el método que he seguido en mis analisis para cada especie de agua por separado; i despues de haber obtenido los resultados, traté todavia de verificarlos, especialmente para las aguas de Maipo i de Mapocho, del modo siguiente.

Tomé un cuartillo de agua, i habiéndola reducido a un pequeño volumen mediante evaporacion, agregué primero acido nítrico i precipité despues consecutivamente, el cloro, por el nitrato de plata, el ácido sulfúrico mediante el nitrato de barita, el hierro i la alumina por el amoniaco, la cal por el oxalato de amoniaco, i separadas todas estas sustancias unas de otras, evaporé las aguas restantes hasta sequedad para determinar la cantidad de sales alcalinas.

§§ *Medidas i pesos empleados en estas analisis.*

Procurando evitar equivocaciones que hubieran perjudicado a la exactitud de los resultados de aquellas largas operaciones, me he servido, para tomar medida exacta de las aguas que he anali-

zado, de un *patron* de medio cuartillo, fabricado en el famoso taller de Gambey en Paris: teniendo presente que dicho patron ha sido hecho para el arreglo de las nuevas medidas en Chile. En virtud de este arreglo(lei de 19 de junio de 1841) un cuartillo debe tener cien pulgadas cúbicas, lo que corresponde a una capacidad que contiene 1,265 gramos fran. de peso de agua destilada; miéntras un *litro* (de las nnevas medidas fran.) contiene 1,000 gramos de agua(*). Expresando pues las cantidades de las sales estraidas de un cuartillo de agua, en gramos i sus decimales, se sabe luego cuantas partes de estas sales hai repartidas entre 1,205 partes de agua. Reduciendo en seguida el cuartillo Chileno al litro, con el cual se halla en razon de $\frac{126,493}{100,000}$ sacamos cuantas partes de cada sal hai en cada cien mil partes de agua (n).

N.B. el (medio) cuartillo trabajado con un litro casi igual al litro de modo que todos los resultados son dobles de los verdaderos.

§§ *Resultados de las analisis.*

Para adquirir toda la seguridad que exijen las operaciones químicas de esta naturaleza, he tomado para mis analisis las diversas clases de aguas en los puntos donde no se hallan todavia mezcla-

(*) Un gramo fran. corresponde a 20,031 granos cast.

(n) Quedaria por hacer una pequeña correccion por causa de la temperatura, presion atmosférica i de la diversa densidad de las aguas. Estas correcciones influirían de un modo insensible sobre la cantidad de cada sustancia que se presenta en estas analisis, atendiendo a que la totalidad de materias estrañas, aun en el agua mas impura como la de Maipo, no ascienden a uno por mil.

das unas con otras. Con este motivo he tomado:

el agua de Ramon en la chacra del Sr. Larrain a 3 leguas de la ciudad;

el agua de Maipo en el Peral a unas 5 leguas de la ciudad;

el agua de Mapocho, frente de la chacra de Velasco a unas dos leguas de la ciudad;

el agua de Velasco, de la chacra de Velasco, en las vegas;

el agua de Peñalolen, me ha sido mandada por el Sr. Palazuelos;

el agua del pozo de la casa del Sr. Ortuzar.

A mas de esto, he analizado el agua de la pila tomada en la plaza el dia 11 de enero, a las 11 de la mañana;i el agua de Maipo tomada en la acequia en el camino de Ñuñoa cerca de la maestranza.

He aqui el cuadro de las analisis de todas esas aguas arriba citadas:

	Agua de Ramon.	Agua de Peñalolen.	Agua de Mapocho	Agua de Velasco.	Agua del Pozo.	Agua de la pila.	Agua de Maipo. en Sant.°	Agua de Maipo. a 5 leguas de Sant.°
En un cuartillo de agua, lo que equivale a 1265 gramos en peso.								
Materias disueltas.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Cloruro de sodio. (n)	0,007	0,006	0,058	0,058	0,096	0,042	0,193	0,170
Sulfato de cal (yeso)	indicio	indicio	0,139	0,125	0,204	0,275	0,474	0,623
Carbonato de sosa.	0,018	0,005						
de cal.	0,068	0,170	0,090	0,135	0,103	0.129	0,115	0,054
de magnesia.	0,010	0,012	0,029	0,029	0,013	0.020	0,048	0.060
Hierro con un poco de alumina.	0,008	0,017	0.052	0,052	0.007	0,015	0,010	0,014
Sílice.	0,022	0,047	0.013	0.013	0,017	0,035	0,033	0,118
Total de materias disueltas.	gr. 0,133	gr. 0,257	gr. 0,381	gr. 0,412	gr. 0,410	gr. 0,516	gr. 0,873	gr. 1,039
Materias que enturbian el agua.	"	"	gr. 0,508	"	"	gr. 0,040	gr. 1,100	gr. 1,545
En cada cien mil partes de agua hai								
Materias disueltas.								
Cloruro de sodio.	0,6	0,5	4,6	4,6	7,5	3,3	15,3	13,5
Sulfato de cal.			11,0	9,9	16,1	21,8	37,5	49,3
Carbonato de sosa.	1,4	0,4						
de cal.	5,4	13.5	7,1	10,6	8,2	10,2	9,1	4,3
de magnesia.	0,7	1,0	2,3	2,3	1,0	1,6	3,8	4,7
Hierro con alumina.	0,7	1,4	4,1	4,1	0,6	1,2	0,8	1,1
Sílice.	1,7	3,9	1,0	1,0	1,4	2,8	2,6	9,3
Total.	10,5	20,7	30,1	32,5	34,8	40,9	69,1	82,2
Materias en suspension.	"	"	40,0	"	"	3,2	87,0	122,1

(Nota) **En todas las aguas he encontrado algun indicio de cloruro de potasio que no pasa de dos miligramos por cada cuartillo i algun indicio de cloruro de magnesio.**

Se advierte que en la determinacion de las cantidades de magnesia i de sulfato de cal (yeso), contenidos en las diversas clases de agua, se ha supuesto que, siendo la cal una *base* mas activa que la magnesia, todo el acido snlfúrico se halla combinado con la cal, i la magnesia con el ácido carbónico. Pero es probable que cuando todos estos elementos se hallan a un mismo tiempo disueltos en el agua, la magnesia esté combinada con una parte de ácido sulfúrico, i en tal caso obra en la economia animal no como carbonato de magnesia sino como sulfato de magnesia (sal de Inglaterra) cuyo efecto purgante es tan conocido.

En cuanto a la materia que enturbia las aguas de Maipo i de Mapocho, i la que se asienta por sí sola dejándolas en reposo, he reconocido que en realidad esta materia no es otra cosa mas que una especie de arcilla (un hidrosilicato de alumina), cuyos elementos hallé en una analisis aproximativa, combinados en las proporciones siguientes:

silice.	0,501
hierro i alumina.	0,351
cal.	0,086
álcali i pérdida.	0,062
	1,000

Para señalar ahora la diferencia que existe entre la composicion de las aguas cuya analisis acabo de presentar i las de las *aguas minerales* propiamente dichas, voi a citar el analisis de dos aguas minerales de mayor fama en Chile i sobre cuya composicion quisiera yo llamar la atencion

de los médicos: una de ellas proviene de los baños termales, situados a unas 35 leguas de la Serena en las Cordilleras de Coquimbo, i la otra, de los de Cauquenes.

Estas aguas en cada 100,000 partes en peso.

	Cordª. de Coquimbo		Cauquenes.
contienen cloruro de sodio	143, 8		82,1
de calcio	133. 9		192,9
sulfato de cal			4,1
de sosa	122, 7	hierro	0,9
de alumina	18, 7	alumin	
Carbonato de cal	54, 8		
de magnesia	2, 9		
sílice	0. 4		
	477, 2		280,0
ácido carbónico libre	6, 6		

Creo ser digna de atencion la composicion del agua de Cauquenes, tanto por la gran cantidad de cloruro de calcio que contiene, como por la ausencia completa en ella de carbonatos i de ácido carbónico libre.

§ *Resumen de las analisis i consecuencias a que conducen.*

Resulta de lo espuesto:

1.º Que el agua de Maipo es la que trae mayor cantidad de materias disueltas, habiendo en ella cerca de cinco por diez mil de yeso, i proporcion considerable de magnesia.

2.º El agua de Mapocho contiene un poco mas que la tercera parte de sustancias estrañas solubles, de lo que contiene el agua de Maipo;

pero hai en esta misma agua de Mapocho una cantidad no despreciable de magnesia, hierro i alumina, cuyos elementos, si en realidad se hallan en ella combinados con ácido sulfúrico, deben de ejercer un influjo notable sobre la salud.

3.° El agua de Velasco no es otra cosa mas que la misma agua de Mapocho, la que apartandose del rio por algun conducto subterráneo, vuelve a brotar mas abajo en medio de la arena.

4.° El agua del pozo, aunque clara i cristalina, no está libre de aquellas mismas sales que encontramos en los rios de Maipo i de Mapocho. Ella sin duda proviene de la infiltracion i de la mezcla de todas las aguas de las inmediaciones, siendo notable que esta agua contiene un poco mas de materias estrañas solubles que el agua de Mapocho i mucho ménos que la de Maipo.

5.° El agua de la pila no es mejor que la de los pozos i no es tampoco otra cosa mas que una mezcla de todas las aguas que proveen la capital.

6.° Enfin, las mejores aguas, las mas puras, son las de Ramon, de Peñalolen, i segun toda probabilidad muchas otras, de los arroyos i manantiales que vienen de las mismas vertientes de los cerros mas inmediatos a la capital. Lo que se nota de mas particular en ellas i lo que las hace diferenciar de las demas, es que estas aguas de Ramon i de Peñalolen no contienen casi nada de yeso ni de algun otro sulfato, que se hallan en cantidad tan considerable en aquellas. Es tambien de notar que al mismo tiempo la cantidad de sal comun en estas

aguas no pasa de un medio por cien mil, i que ha en ellas un pequeño exceso de álcalis, que segun parece se hallan en estado de carbonato.

A la vista de todos estos resultados la primera reflexion que se me presenta es que, miéntras las buenas aguas ostentan su hermosa transparencia a dos i media leguas de la capital, aquí 70 a 80 mil habitantes apagan su sed con agua mala i turbia: miéntras aquellas se desparraman por unos terrenos que con preferencia admitirían el lodo de las aguas de Maipo, aquí en una de las primeras ciudades de América, ciudad tan desgraciada por su mortandad crecida, recojemos en nuestras pilas agua maléfica.

En todo tiempo i entre todas las naciones del mundo, lo que siempre se ha considerado como de primera necesidad para grandes poblaciones, no eran por cierto edificios suntuosos, teatros, circos, ni monumentos públicos, sino una buena agua, verdadero manantial de la vida. Generosa para connosotros la Providencia nos envia arroyos de agua pura, cristalina: a nosotros toca el saber aprovechar ese don inapreciable.

No vacilo en creer que, celoso por el bien de la capital, el Supremo Gobierno tomará luego medidas eficaces para remediar ese mal tan notorio. Un estudio especial del terreno i de las circunstancias locales no tardará en descubrir medios mas aparentes para proveer a toda la poblacion de Santiago de agua tan buena como la que hoi dia solo algunas familias privilijiadas hacen traer por lujo para su uso doméstico.

Lo que por de pronto se puede insinuar como un bosquejo de la obra que para tal efecto deberia emprenderse por el Estado, es que se trate de construir un buen acueducto de ladrillo i *cal hidraulica* (n) cerrado por encima con lozas de piedra labrado. Este conducto dirijido en la línea mas recta posible ácia la capital, debería principiar en la chacra del Señor Larrain a algunas cuadras de distancia arriba del canal de San Miguel. Siendo insuficiente el manantial de Ramon para proveer a toda la poblacion actual de Santiago, seria menester que el Estado comprase algun arroyo de los que bajan de las mismas vertientes que el de Ramon, ya sea por el lado del sud en Peñaloien, ya por el lado de norte. Reunido este nuevo arroyo con el de Ramon i traidas las aguas por el mencionado acueducto hasta la ciudad, se necesitaria aumentar todavia el número de pilas en los barrios mas populosos i mas pobres de la capital, i se procuraria efectuar la distribucion de dichas aguas mediante una cañeria de hierro colado cuyo costo podria ser mucho mas moderado que lo que se cree. Enfin, concluida la obra, seria tambien indispensable establecer un cuerpo de vijilancia, bajo la direccion de un injeniero, para mantener esta obra en buen estado, para protejerla

(n) Se podría por ejemplo emplear para esta obra el cemento romano qne los buques extranjeros traen actualmente en cantidad considerable de Europa.

contra el jenio destructor del hombre i del tiempo, i para efectuar prontas composturas en caso de alguna deterioracion visible: siendo notorio que en toda obra de esta naturaleza, mas importa saber conservarla i tener continuo cuidado de ella, que el osar emprenderla i ponerla por una vez en planta.

Santiago, Marzo 22 de 1847.

Ignacio Domeyko.

